

شرح مادة الاحياء للصف الثالث الثانوي

الفصل الأول : الدعامة والحركة في الكائنات الحية

أولا : الدعامة في النبات

أهمية الدعامة في النبات : التدعيم والوقاية والمحافظة على شكله.

دعامة فسيولوجية	دعامة تركيبية
<p>-تنشأ من انتفاخ الخلايا نتيجة دخول الماء إلى الفجوات العصارية بالخاصية الاسموزية.</p> <p>-تكبر الفجوة العصارية ويزداد حجمها فتضغط على البروتوبلازم ويدفعه نحو الأغشية والجدر فيتمدد ويقوى ويدعم الخلية</p> <p>-عند فقد الماء تنكمش الخلايا يزول انتفاخها وتوترها</p> <p>-<u>أمثلة:-</u></p> <p>انتفاخ البذور عند وضعها في ماء نتيجة كبر حجم خلاياها.</p> <p>انكماش البذور والثمار الغضة ويزول انتفاخها بسبب فقد خلاياها للماء.</p> <p>ذبول أوراق وسوق النباتات العشبية عند جفافها وعند رطبها تستق</p>	<p>-تنشأ من ترسيب بعض المواد في جدر خلايا النبات خاصة الخلايا الخارجية (البشرة) للحفاظ على أنسجة النبات الداخلية وتمنع نفاذ الماء وتزيد من سمك جدر خلايا البشرة.</p> <p>-<u>أمثلة:-</u></p> <p>1-ترسيب مادة الكيوتين الغير منفذه للماء.</p> <p>2-يحيط النبات نفسه بطبقة من خلايا الفلين غير المنفذة للماء يترسب بها مادة السيوبرين.</p> <p>3-ترسيب مادة السليلوز أو اللجنين على جدر الخلايا فتزيدها صلابة وقوة</p> <p>-الخلايا التي يتم تدعيمها مثل:-</p> <p>*الخلايا الكولنشيمية</p> <p>*الخلايا الاسكلرنشيمية (الألياف والخلايا الحجرية)</p> <p>—موقع هذه الخلايا وتجمعها وانتشارها يدعم النبات</p>

ثانيا : الدعامة في الإنسان

الجهاز الهيكلي في الإنسان

-يتكون الهيكل العظمي في الانسان من 206 عظمة ولكل عظمة شكل وحجم يناسبان الوظيفة التي تقوم بها

-يتكون الهيكل العظمي من محور يعرف بالعمود الفقري يتصل طرفه العلوى بالجمجمة ويتصل به من الصدر القفص الصدري و الطرفين العلويان عن طريق عظام الكتف ويتصل به من أسفل الطرفين السفليان عن طريق الحزام الحوضي

الجهاز الهيكلي : يشمل الهيكل المحوري والهيكل الطرفي

- 1- الهيكل المحوري : يشمل الجمجمة والعمود الفقري والقفص الصدري
6- الهيكل الطرفي : يشمل الأحزمة الصدرى والحوضى والأطراف الأربعة الطرفان العلويان والطرفان السفليان

(أ) الهيكل المحوري : يتكون من :-

1-(العمود الفقري) :

-يتكون من 33 فقرة مختلفة في الشكل تبعا لمكانها تقسم الى خمس مجموعات.

أ- 7 فقرات عنقية : متمفصلة – متوسطة الحجم.

ب- 12 فقرة ظهرية (صدرية) : متمفصلة – أكبر حجما من الفقرات العنقية

ج- 5 فقرات قطنية (بطنية) : متمفصلة – أكبر الفقرات حجما - تواجه تجويف البطن

د- 5 فقرات عجزية : عريضة – مفلطحة – ملتحمة معا.

هـ- 4 فقرات عصعصية : صغيرة الحجم – ملتحمة معا.

أهمية العمود الفقري :

1- يعمل كدعامة رئيسية للجسم

2- حماية الحبل الشوكي

3- يساعد في حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم.

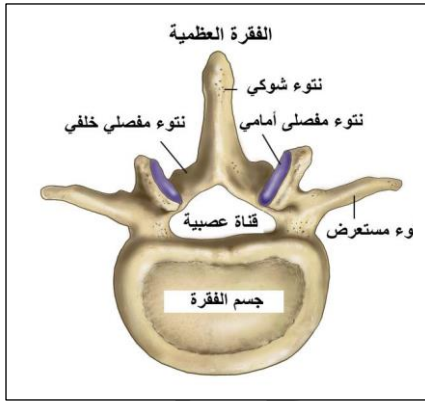
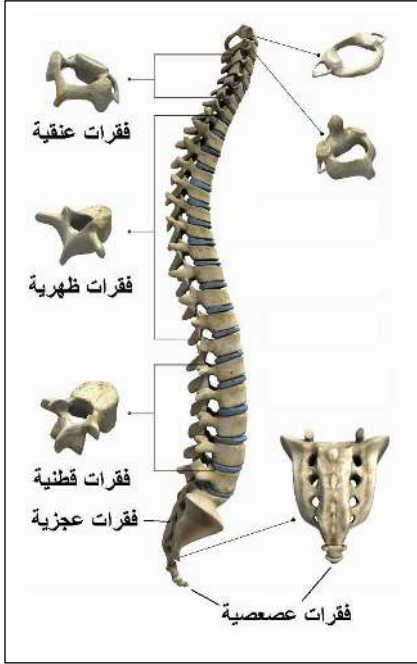
تركيب الفقرة : تتكون الفقرة من :-

- جزء أمامي سميك يسمى جسم الفقرة، يتصل به من الجانبين زائدتان عظمتان هما النتوءان المستعرضان

- يتصل بجسم الفقرة من الخلف حلقة عظمية الحلقة الشوكية (يمر من خلالها الحبل الشوكي)

- تحمل الحلقة الشوكية زائدة خلفية مائلة لأسفل هي النتوء الشوكي وتحمل أيضا نتوءان مفصليان أماميان وآخران خلفيان.

- تحيط الحلقة العصبية بقناة عصبية يمتد بداخلها الحبل الشوكي لحمايتهم.



2- (الجمجمة) :- 22 عظمه

-علبة عظمية تتكون من:-

أ- جزء خلفي (الجزء المخي) : يتكون من 8 عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة اتصالاً متيناً.

-تشكل هذه العظام تجويفاً يستقر فيه المخ لحمايته.

****الثقب الكبير** : يوجد بمؤخرة الجزء المخي من الجمجمة ، يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي.

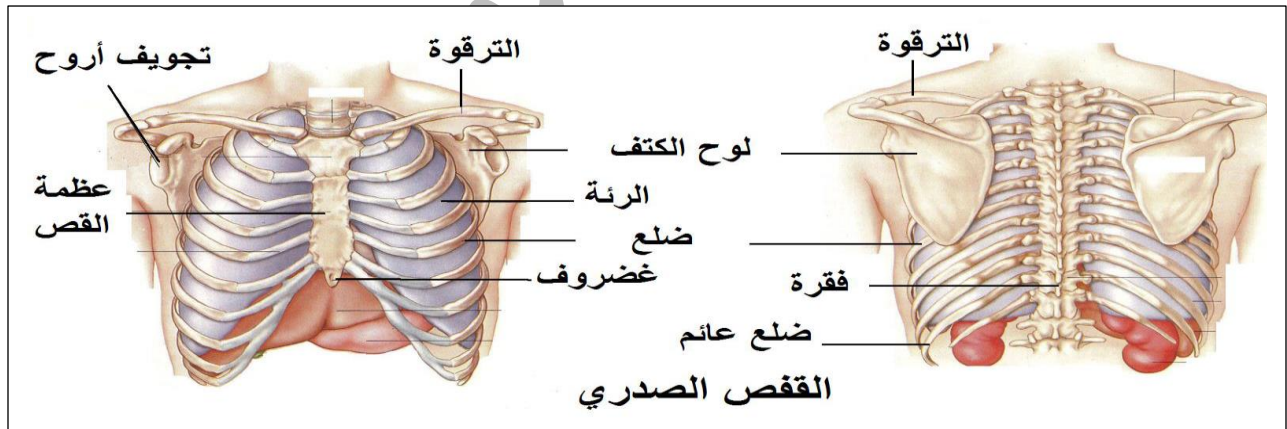
ب- جزء أمامي (الجزء الوجهي) : يشمل عظام الوجه والفكين ومواقع أعضاء الحس (الأذنان- العينان - الأنف)

3- (القفص الصدري) :-

****علبة مخروطية الشكل تقريباً تتكون من:-**

أ- 11- فقرة ظهرية (صدرية) من الخلف يخرج منها 11 زوجاً من الضلوع.

ب- عظمة القص من الأمام وهي عظمة مفلطة ومدببة من أسفل وجزؤها السفلى غضروفي.



يتصل بعظمة القص العشرة أزواج الأولى من الضلوع ، أما الزوجان الآخران فهما قصيران ولا يتصلان بعظمة القص وتسمى "الضلوع العائمة"

الضلع : عظمة مقوسة تنحني إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة وتتواءمها المستعرض.

-تلعب الضلوع دوراً هاماً في إتمام عمليتي الشهيق والزفير حيث تؤدي حركة الضلوع إلى الأمام والجانبين إلى اتساع التجويف الصدري فيحدث الشهيق (والعكس في الزفير).

-يعمل القفص الصدري على حماية القلب والرئتين.

(أ) الهيكل الطرفي : يتكون من:

**الحزام الصدري والطرفان العلويان :

-يتركب الحزام الصدري من نصفين متماثلين

-يتركب كل نصف من:

-لوح الكتف: عظمة مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب به نتوء تتصل به الترقوة.

-يوجد عند الطرف الخارجي لعظمة لوح الكتف التجويف الأروحي

يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونا المفصل الكتفي

-يتكون الطرف العلوي من:

-العضد :- يلي لوح الكتف ويتمفصل معه (يتحرك داخل التجويف الأروحي)

-الساعد :- عظمتان هما الكعبرة والزند (الكعبرة أصغر حجما)

-يوجد بالطرف العلوي للزند تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد.

-تتحرك الكعبرة حركة نصف دائرية حول الزند الثابت.

-الرسغ :- يتكون من 8 عظام في صفين ، يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة ، ويتصل طرف السفلي بعظام راحة اليد.

-راحة اليد أمشاط رفيعة مستطيلة تؤدي إلى 5 أصابع (كل منها يتكون من 3 سلاميات عدا الإبهام يتكون من سلاميتين)



الحزام الحوضي والطرفان السفليان :

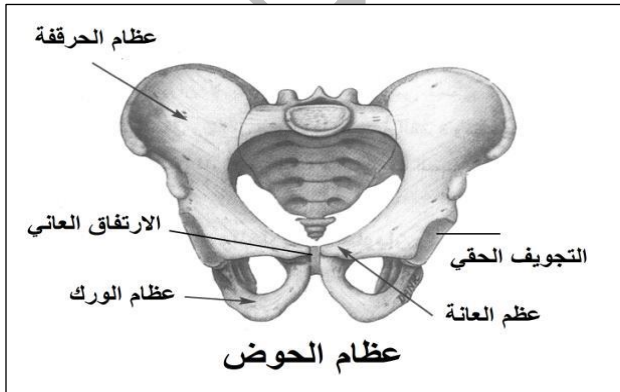
يتركب الحزام الحوضي من نصفين متماثلين يلتحمان

في الناحية البطنية في منطقة تسمى الأرتفاق العاني

-يتكون كل نصف من:-

-الحرقفة: عظمة ظهرية تتصل من الناحية الأمامية

البطنية بعظمة العانة ومن الناحية الخلفية بعظمة الورك



-عند اتصال الحرقفة بالورك يوجد تجويف عميق يسمى (التجويف الحقي) تستقر فيه رأس النتوء الداخلى لعظمة الفخذ ليكون مفصل الفخذ.

يتكون الطرف السفلي من:

-عظمة الفخذ : يوجد أسفلها نتوءان كبيران يتصلان بالساق عند

مفصل الركبة ومن أعلى تتحرك داخل التجويف الحقي

-الرضفة : عظمة صغيرة ، مستديرة توجد أمام مفصل الركبة

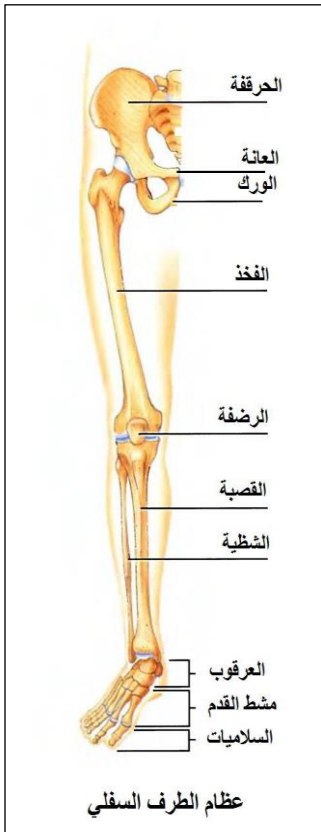
-الساق : تتكون الساق من عظمتين الداخليه تسمى القصبة

والخارجية تسمى الشظية

-العرقوب : يتكون من 7 عظام أكبرها الخلفية وتسمى الكعب

-القدم : يتكون من 5 أمشاط رفيعة وطويلة تؤدي إلى 5 أصابع

كل منها يتكون من 3 سلاميات عدا الإبهام يتكون من سلاميتين



*مكونات اخرى للجهاز الهيكلي:

(أ) الغضاريف:-

نوعها :- أنسجة ضامة تتكون من خلايا غضروفية,

مكانها في الجسم:

-توجد غالبا عند أطراف العظام وخاصة عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقري

-تشكل الغضاريف بعض أجزاء الجسم مثل : الاذن – الأنف – الشعب الهوائية للربتين

أهميتها :- تحمي العظام من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر

كيفية الحصول على غذائها:

-لا تحتوي الغضاريف على أوعية دموية لذا تحصل على الغذاء

والأكسجين من خلايا العظام بالانتشار



(ب) المفاصل:-

يوجد ثلاث أنواع من المفاصل هي:

1-المفاصل الليفية ب -المفاصل الغضروفية ج -المفاصل الزلالية

1-المفاصل الليفية:-

-تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية - مع تقدم العمر يتحول النسيج الليفي الى نسيج عظمي.
-لا تسمح بالحركة - مثال : المفاصل تربط عظام الجمجمة ببعضها من خلال أطر افها المسننة.

2-المفاصل الغضروفية:-

-هي مفاصل تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة.
-تسمح بحركة محدودة جدا.
-مثال : المفاصل الغضروفية التي توجد بين فقرات العمود الفقري.

3-المفاصل الزلالية:-

-تشكل معظم مفاصل الجسم.
-يغطي سطح العظام المتلامسة في المفاصل بطبقة رقيقة من مادة.
غضروفية شفافة وملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك.
-هي من المفاصل المرنة التي تتحمل الصدمات .
-تحتوى هذه المفاصل على سائل مصلي أو زلاي تسهل من انزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام.

أمثلة:-

-المفاصل محدودة الحركة : تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه واحد فقط مثل مفصل الكوع ومفصل الركبة.
-المفاصل واسعة الحركة : تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة مثل مفصل الكتف ومفصل الفخذ.

ج) الأربطة:

نوعها : حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي

• أهميتها:

- تعمل على ربط العظام ببعضها عند المفاصل

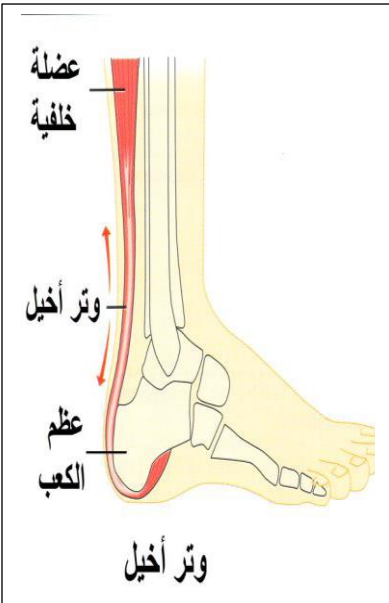
- تحديد حركة المفاصل في الاتجاهات المختلفة

• الملائمة الوظيفية لها:

- تتميز ألياف الأربطة بمتانتها القوية

- وجود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلا حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفصل لضغط خارجي

- في بعض الحالات قد يحدث تمزق للأربطة عند حدوث التواء في بعض المفاصل كما في الرباط الصليبي في مفصل الركبة.



د) الأوتار:

• نوعها : نسيج ضام قوى

• أهميتها : تعمل على ربط العضلات بالعظام عند المفاصل ،

بما يسمح للحركة عند انقباض وانقباض العضلات

مثال : وتر أخيل يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق) بعظمة الكعب

- حالة تمزق وتر أخيل:

الأسباب :- بذل مجهود عنيف أو تقلص العضلات المفاجئ ، وانعدام المرونة في العضلات

• **الأعراض** :- عدم القدرة على المشي وثقل في حركة القدم والام حادة

• **العلاج** :- يعالج بالأدوية المضادة للالتهابات والمسكنة للألام ، واستخدام جبيرة طبية ، أما التدخل الجراحي

فلا يحدث إلا إذا كان تمزق الوتر كاملا

الحركة في الكائنات الحية

الحركة : ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية وتنشأ الحركة ذاتيا نتيجة الإثارة وتكون الاستجابة سلبا أو إيجابا

بعض أنواع الحركة في الكائنات الحية:

- 1- حركة دائبة - : حركة السيتوبلازم داخل الخلايا
- 2- حركة موضعية : لبعض أجزاء جسم الكائن الحي مثل - الحركة الدودية لأمعاء الفقاريات
- 3- حركة كلية : الانتقال من مكان إلى آخر بهدف - : البحث عن الغذاء - السعي وراء الجنس الآخر - تلافي مخاطر البيئة.
- تؤدي الحركة في الحيوان إلى زيادة انتشاره، وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة اتسعت دائرة انتشار الحيوان.
- حركة الحيوان تحتاج إلى مرتكز للعضلات يكون في صورة دعامة خارجية (كما في المفصليات) أو داخلية (كما في الفقاريات).

أنواع الهيكل الداخلي:

- أ- غضروفي :- مثال الأسماك الغضروفية .
- ب - عظمي :- مثال الأسماك العظمية.
- يتكون الهيكل في الفقاريات من قطع تتصل مفصليا بصورة تتيح الحركة.

أولا : الحركة في النبات

- أ - الحركة عن طريق اللمس :- تتدلى أوراق المستحية عند لمسها.
- ب - حركة النوم :- تقارب وريقات بعض النباتات (المستحية - بعض البقوليات) في الظلام وانبساطها في الضوء
- ج - حركة الانتحاء :- استجابة أجزاء النبات لمؤثرات خارجية (الضوء - الجاذبية - الرطوبة)
- د - حركة الشد

1- في المحاليق

2- في الأبصال والكرومات

1- حركة الشد في المحاليق :- مثال نبات البازلاء.

التفسير :- يدور المحلاق في الهواء حتى يلامس جسم صلب فيلتف حوله.

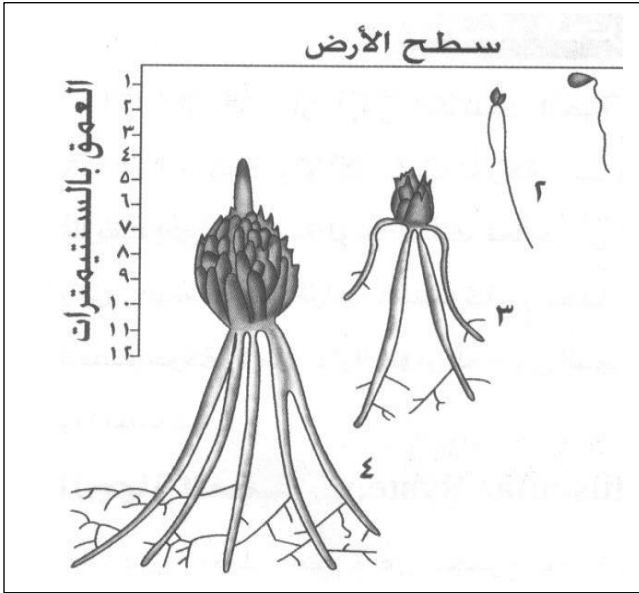
- يتموج باقي المحلاق في حركة لولبية فيشد الساق نحو الدعامة فيستقيم رأسيا.

- يتغلظ المحلاق بتكوين أنسجة دعامية فيقوى ويشد

- سبب التفاف المحلاق حول الدعامة هو ببطء نمو المنطقة الملامسة للدعامة وزيادة نمو المنطقة البعيدة عن

الدعامة ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيز الاوكسينات على الجانبين.

- إذا لم يجد المحلاق ما يلتصق به يذبل ويموت



2- حركة الشد في الأبصال والكورمات :-

- توجد الجذور الشادة أسفل الكورمات والأبصال

- عندما تتقلص هذه الجذور فإنها تسحب الكورمة أو البصلة

الطبيعي الملائم من سطح التربة لحمايتها.

هـ- الحركة الدورانية في السيتوبلازم :-

- ينساب السيتوبلازم في حركة دورانية داخل الخلية في اتجاه واحد وبصفة مستمرة

- يمكننا رؤية حركة السيتوبلازم في خلايا

نبات الالوديا ويستدل على هذه الحركة من حركة البلاستيدات الخضراء.

- يتم من خلال حركة السيتوبلازم توزيع المواد المختلفة إلى جميع أجزاء الخلية.

ثانيا : الحركة في الإنسان

-تعتمد الحركة على ثلاثة أجهزة هي:

أ- الجهاز الهيكلي: يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات ويعمل كدعامة للأطراف المتحركة وتلعب المفاصل دوراً هاماً في حركة أجزاء الجسم المختلفة.

ب- الجهاز العصبي: يعطي الأوامر في شكل سيالات عصبية للعضلات لكي تنقبض أو تنبسط.

ج- الجهاز العضلي: يشمل

1- العضلات الإرادية (الهيكليّة أو المخططة) وهي معظم عضلات الجسم.

2- العضلات اللاإرادية كالعضلات الملساء وعضلة القلب.

الجهاز العضلي * مجموعة من العضلات التي بواسطتها يمكن تحريك أجزاء الجسم المختلفة.

*يتركب الجهاز العضلي من وحدات تركيبية تسمى العضلات. تعرف باسم اللحم

العضلات: هي مجموعة من الأنسجة العضلية تساعد الجسم على القيام بحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان

لآخر ,وتقدر عدد العضلات بحوالي 620 عضلة أو أكثر

وظائف العضلات:

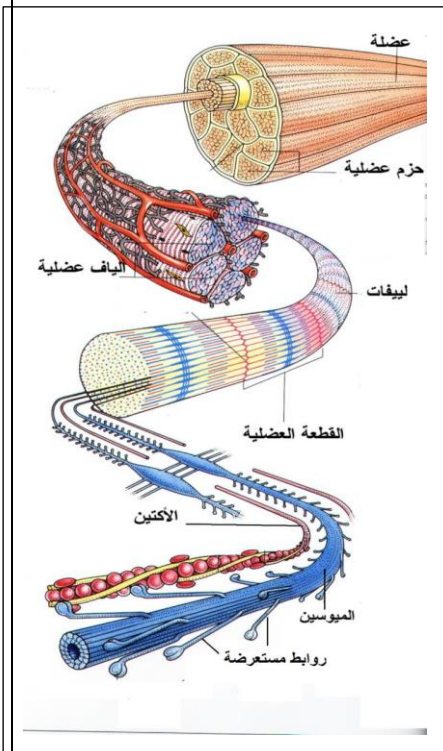
1- الحركة (تغير وضع عضو معين بالنسبة لبقية الجسم)

2- الانتقال من مكان على آخر.

3- استمرار تحرك الدم في الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم داخل الأوعية

الدموية عن طريق انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران الأوعية الدموية.

4- المحافظة على توازن الجسم أثناء الجلوس أو الوقوف وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.



****تركيب العضلة الهيكلية:**

أ- تتركب العضلة الهيكلية من ألياف عضلية (خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها).

ب- كل ليفة عضلية تحتوي على مجموعة من ليفيات (عددها 1000 إلى 2000) ليفية مرتبة طوليا وموازية للمحور الطولي للعضلة

ج- توجد الألياف العضلية في مجموعات تسمى الحزم العضلية وتحاط بغشاء يعرف بغشاء الحزمة العضلية

تتكون اللييفة العضلية من:-

1- البروتوبلازم (المادة الحية).

2- السيتوبلازم يسمى الساركوبلازم.

3- غشاء الخلية الذي يحيط بالساركوبلازم يسمى ساركوليم.

4- عدد كبير من الأنوية

5- ليفيات عضلية

د- كل ليفة عضلية تتكون من:

1- مجموعة من الأقراص تسمى المناطق المضئية يرمز لها بالرمز **I** يقطعها في منتصفها خط داكن يرمز له بالرمز **Z**

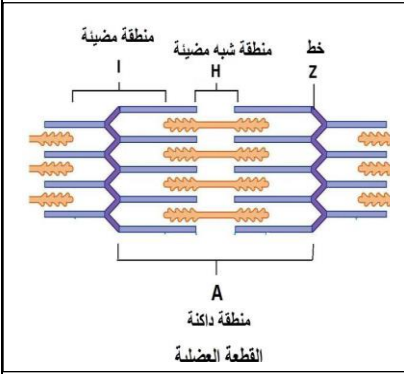
وتتكون هذه المناطق من خيوط بروتينية رفيعة تسمى **الاكتين**-

2- مجموعة من الأقراص تسمى المناطق الداكنة يرمز لها بالرمز **A** وتتكون من خيوط بروتينية رفيعة

تسمى **الاكتين** وخيوط بروتينية سميكة تسمى **الميوسين**.

3- في منتصف كل منطقة من الأقراص الداكنة توجد منطقة شبه مضئية يرمز لها بالرمز **H** تتكون من

خيوط بروتينية سميكة تسمى **الميوسين**.



- المسافة بين كل خطين متتاليين الموجودة في منتصف المناطق المضيفة تعرف بالقطعة العضلية.

*تناوب المناطق الداكنة مع المناطق المضيفة والعضلات القلبية لذا تسمى العضلات المخططة تظهر في العضلات الهيكلية

ولا توجد هذه المناطق في العضلات الملساء لذا تسمى العضلات غير المخططة.

*الانقباض العضلي :-

-كيفية انتقال السيل العصبي إلى العضلة الهيكلية-

أولاً : حاله الليفه العضليه في وضع الراحة

1-يحمل السطح الخارجي لغشاء الليفه العضليه شحنة موجبة ويحمل السطح الداخلي لغشاء الليفه العضليه شحنة سالبة، ينشأ عن ذلك فرق في الجهد نتيجة الفرق في تركيز الأيونات بين السطح الخارجي والداخلي لغشاء الليفه العضليه (حاله الاستقطاب)

ثانياً: عند حوث و انتقال السيل العصبي:

2-يوجد تشابك عصبي بين التفرعات النهائية للخلايا العصبية وغشاء الليفه العضليه (تشابك عصبي -عضلي)
3-تحتوي النهايات العصبية للخلايا العصبية على حويصلات بها النواقل العصبية مثل الاستيل كولين.
4-عند وصول السيل العصبي إلى هذه الحويصلات، تقوم أيونات الكالسيوم بتحرير النواقل العصبية (الاستيل كولين) من حويصلات التشابك.

5-تصل النواقل العصبية إلى سطح الليفه العضليه الإرادية مسببة تلاشي فرق الجهد على سطحي غشاء الليفه العضليه وانعكاسها (إزالة الاستقطاب) ويصبح السطح الخارجي لغشاء الليفه العضليه سالبا، والسطح الداخلي موجبا ويرجع ذلك لزيادة نفاذية أيونات Na^+ التي تدخل بكميات كبيرة داخل غشاء الليفه العضليه مسببة انقباض العضلة.

ثالثاً: العوده لوضع الراحة:

6-يوجد أنزيم كولين استيريز عند نقاط الاتصال العصبي العضلي ويعمل على تحطيم مادة الاستيل كولين ويحولها إلى كولين وحمض خليك وبالتالي يعود غشاء الليفه العضليه إلى حالة الاستقطاب من جديد (يعود فرق الجهد على غشاء الليفه العضليه إلى وضعه الطبيعي بعد جزء من الثانية) ويكون غشاء الليفه العضليه مهياً للاستجابة لمؤثر جديد.

آلية انقباض العضلة (نظرية الخيوط المنزلقة)

- اقترح هكسلي فرضية الخيوط المنزلقة (نظرية الانزلاق) لتفسير انقباض العضلات.

*- تعتمد هذه الفرضية على تركيب الألياف العضلية التي تتكون من مجموعة لبيفات .. وكل لبيفة عبارة عن

نوعين من الخيوط البروتينية هي * :خيوط الاكتين الرفيعة * .خيوط الميوسين السميكة.

-قارن هكسلي باستخدام المجهر الالكتروني بين ليفة عضلية منقبضة وأخرى منبسطة.

*استنتج أن:

-الخيوط البروتينية (الاكتين والميوسين) تنزلق الواحدة فوق الأخرى .مما تسبب انقباض أو تقلص العضلة.

-توجد روابط مستعرضة تمتد من خيوط الميوسين وتتصل بخيوط الاكتين .هذه الروابط تتكون بمساعدة أيونات الكالسيوم.

-يحدث الانقباض العضلي عندما تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب خيوط الاكتين في اتجاه بعضها البعض بمساعدة الطاقة المخزنة في جزيئات ATP ينتج عنها انقباض الليفة العضلية.

-أثناء الانقباض تتقارب خطوط (Z) من بعضها فتتقبض العضلة وعند زوال المنبه تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنبسط العضلة وتتباعد خطوط (Z) عن بعضها وتعود القطع العضلية إلى طولها الطبيعي .

-تستهلك العضلة جزء من الطاقة المخزنة ATP في فصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين

-عند تناقص ATP قد يؤدي إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل العضلة في حالة انقباض وغير

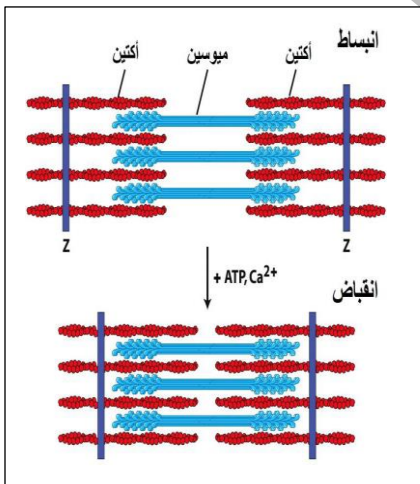
قادرة على الانبساط

-تحتاج عمليتي اتصال الروابط المستعرضة بخيوط الأكتين أثناء الانقباض و انفصالها عن

خيوط الأكتين أثناء الانبساط إلى الطاقة المخزنة في جزيئات ATP

-هذه النظرية لم تفسر آلية انقباض العضلات

المساء رغم وجود خيوط بروتينية تشبه لحد كبير خيوط الاكتين الموجودة في العضلات الهيكلية.



الوحدة الحركية (:الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية)

-انقباض العضلات هو محصلة انقباض جميعالوحدات الحركية المؤلفة للعضلة.

تركيب الوحدة الحركية:

-تتكون من مجموعة من الألياف العضلية والمتصلة بالخلية العصبية.

1-عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة فإنه يتفرع إلى فروع عصبية تتصل مع عدد من

الألياف العضلية يتراوح ما بين (5:100) ليفه عضليه

2-يطلق على مكان اتصال التفرعات النهائية لكل ليف عصبي بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية

اسم : الوصلة العصبية العضلية. او التشابك العصب العضلي

**إجهاد العضلة:

-يحدث إجهاد العضلة نتيجة انقباضها بصورة متتالية وسريعة وذلك لأن الدم لا يستطيع نقل الأكسجين

بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من الأكسجين لإنتاج الطاقة.

-لذا تلجأ العضلة إلى تحويل الجلوكوجين إلى سكر جلوكوز الذي يتأكسد بالتنفس اللاهوائي (لا يحتاج إلى أكسجين) لإنتاج الطاقة.

- ينتج من ذلك تراكم حمض اللاكتيك الذي يسبب تعب العضلة وإجهادها.

- تناقص جزيئات ATP في العضلة يسبب عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين فتظل

مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة انقباض مستمر وهذا يسبب حدوث الشد العضلي المؤلم

-عند الراحة تصل العضلة كمية كافية من الاكسجين وتقوم العضلة بالتنفس الهوائي وانتاج كميات كبيرة من ATP

تعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين وانبساط العضلة وبالتالي تبدأ العضلة في الانقباض والانبساط من جديد

-يتسبب الشد العضلي الزائد عن الحد احيانا في تمزق العضلات وحدوث نزيف.

-يحدث الشد العضلي ايضا بسبب تداخل الاختلالات الناتجة عن وصول نبضات عصبية غير صحيحة من

المخ الى العضلات مع الاداء الطبيعي .

